

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-210779

(43)Date of publication of application : 04.08.2005

(51)Int.Cl.

B60L 11/14
B60L 3/00

(21)Application number : 2004-012099 (71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 20.01.2004 (72)Inventor : YAMADA KATASHIGE

(54) POWER UNIT AND AUTOMOBILE MOUNTED THEREWITH

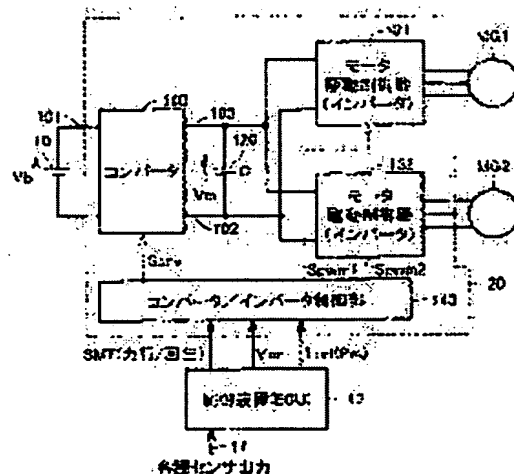
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide constitution which is possible of control so that an excessive current may not flow to a converter for level

conversion, in a power unit which controls the drive of a motor by converting the level of input DC voltage.

SOLUTION: The power unit, which controls the drive of motor generators MG1 and MG2, is equipped with a battery 10 which generates input voltage V_b , a converter 110 which converts the input voltage V_b into motor operation voltage V_m , according to a voltage command V_{mr} , a smoothing capacitor 120 which keeps the motor operation voltage V_m , inverters 131 and 132 which receive the motor operation voltage V_m and control the drive of motor

generators MG1 and MG2, according to a torque command T_{ref} , and a controller 15 which generates the voltage command V_{mr} and the torque command T_{ref} . The controller 15 makes the torque command T_{ref} smaller than essentially requested torque at need so that the sum of the motor power consumption and the variation of the power accumulated in the smoothing capacitor 120 geared to the rise of the motor operation voltage V_m may not exceed the output limitation power of the converter 110 at power running operation of the motor generator.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is the power unit which carries out drive control of the motor,
DC power supply,

The converter which changes the 1st direct current voltage from said DC power supply into the 2nd direct current voltage according to an electrical-potential-difference command value, and is outputted between the 1st and 2nd power-source lines,

The charge storage section which was connected between said 1st and 2nd power-source lines and in which charge and discharge are possible,

The motorised control section which changes said motor into the power which carries out drive control according to a driving force command value in response to said 2nd direct current voltage between said 1st and 2nd power-source lines,

The power unit equipped with the control unit which adjusts said drive command value at the time of the powering movement of said motor so that the sum of the power consumption in said motor corresponding to said drive command value and the variation of the are recording power in said charge storage section according to change of said 2nd direct current voltage may become smaller than the output power limiting value of said converter.

[Claim 2]

Said electrical-potential-difference command value is a power unit according to claim 1 independently decided to be said drive command value according to the rotational frequency and the driving force demanded of said motor.

[Claim 3]

Said DC power supply can be charged,

At the time of regeneration actuation of said motor, said motorised control section changes the generated output in said motor into said 2nd direct current voltage according to said electrical-potential-difference command value, and outputs it between said 1st and 2nd power-source lines,

At the time of regeneration actuation of said motor, said converter changes said 2nd output voltage into said 1st electrical potential difference, and charges said DC power supply,

Said control unit is a power unit according to claim 1 which adjusts said electrical-potential-difference command value in the time of regeneration actuation of said motor if needed based on the relation between the variation of the generated output in said motor, and the are recording power in said charge storage section according to change of said 2nd direct current voltage, and the input power limiting value to said converter.

[Claim 4]

It is the power unit according to claim 3 adjusted if needed by said control unit at the time of regeneration actuation of said motor after said electrical-potential-difference command value is decided in primary according to the rotational frequency and the driving force demanded of said motor.

[Claim 5]

Said control unit is a power unit according to claim 3 which forbids descent of said electrical-potential-difference command value when the generated output in said motor exceeds the input power limiting value to said said converter at the time of regeneration actuation of said motor.

[Claim 6]

Said control unit is a power unit according to claim 3 with which the variation of are recording power according to change of said 2nd direct current voltage in said charge storage section restricts the amount of descent of said electrical-potential-difference command value in the time of regeneration actuation of said motor so that it may be balanced with the generated output in the input power limiting value and said motor to said said converter when the generated output in said motor is smaller than the input power limiting value to said said converter.

[Claim 7]

Said control unit is a power unit given in any 1 term of claims 1-6 which computes the variation of said are recording power based on said electrical-potential-difference command value.

[Claim 8]

Said control unit is a power unit given in any 1 term of claims 1-6 which computes the variation of said are recording power based on the detection value of said 2nd direct current voltage.

[Claim 9]

A power unit given in any 1 term of claims 1-8,

With said power unit, it is prepared as said motor by which drive control is carried out, and has the AC motor which can drive at least one wheel,

Said converter is formed as a pressure-up converter which can make said 2nd electrical potential difference higher than said 1st electrical potential difference,

Said motorised control section is an automobile containing the inverter which performs power conversion between the alternating voltage which carries out drive control of said the 2nd direct current voltage and said AC motor.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention relates to the automobile in which the power unit and it which carry out drive control of the motor with the level conversion of input direct current voltage are carried more specifically about a power unit.

[Background of the Invention]

[0002]

Recently, the attention with big hybrid car (Hybrid Vehicle) and electric vehicle (Electric Vehicle) which built the motor (motor) into the driving gear as an automobile which considered the environment is attracted. And a part of hybrid car is put in practical use. In the hybrid car of some types, since it is efficient and a motor is driven, the level-conversion function of direct current voltage in which it was inputted into the power unit which carries out drive control of the motor is given, and the configuration which enabled accommodation of the applied voltage for motorised (it is also hereafter called "motor operating voltage") according to the operating state (a rotational frequency, torque, etc.) of a motor is adopted. Efficient-ization of a motor is attained by power loss reduction accompanying a miniaturization and high-pressure-izing of the dc-battery as direct current voltage supply by giving a pressure-up function and making motor operating voltage especially, higher than input direct current voltage.

[0003]

For example, the configuration which carries out the pressure up of the direct current voltage from the dc-battery which consisted of rechargeable batteries by the pressure-up converter, generates motor operating voltage, changes the motor operating voltage concerned into alternating voltage with an inverter, and carries out drive control of the AC motor for a wheel drive (motor) is indicated by JP,2003-244801,A (patent reference 1). With this configuration, it becomes possible by setting up the pressure-up ratio in a pressure-up converter according to a motor condition to carry out efficient operation of the motor.

[Patent reference 1] JP,2003-244801,A

[Patent reference 2] JP,2000-68573,A

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0004]

However, with the above-mentioned configuration, as shown also in the patent reference 1, it is necessary to form the smoothing capacitor for stabilizing motor operating voltage in the output side of a converter which performs the level conversion of input voltage. For this reason, if motor operating voltage is changed according to the operating state of a motor, the maintenance electrical potential difference of a smoothing capacitor will change, and that are recording power ($P=C \cdot V^2/2$) will also change.

[0005]

Therefore, when the rise of motor operating voltage is directed according to the rise of a rotational frequency and torque at the time of the powering movement of a motor, in the process which the are recording power of a smoothing capacitor increases in connection with this, a converter will supply

not only the power used in a motor but the are recording power increment in a smoothing capacitor. Consequently, there is a possibility that the output power of a converter may become excessive.

[0006]

Especially, the serviceability of the dc-battery which is a source of input voltage is larger than the capacity of the switching device which constitutes a converter, and when the output power from a converter is restricted by the capacity (current capacity) of the switching element which constitutes a converter, there is a possibility of a switching element being destroyed by the above-mentioned phenomenon and causing hard failure.

[0007]

On the contrary, if motor operating voltage is dropped according to descent of a rotational frequency and torque when a motor performs regenerative-braking actuation and revives power from a motor to a dc-battery side, it will be revived to a converter also about the are recording power decrement not only in the regeneration power from a motor but a smoothing capacitor. Consequently, the passage current of the switching device which constitutes a converter becomes large, and there is a possibility of causing the same phenomenon.

[0008]

Made in order that this invention may solve such a trouble, the purpose of this invention is offering the automobile equipped with a controllable configuration and such a power unit so that an excessive current's might not flow to the converter for the level conversion concerned in the power unit which carries out the level conversion of the input direct current voltage, and carries out drive control of the motor.

[Means for Solving the Problem]

[0009]

The power unit by this invention is a power unit which carries out drive control of the motor, and is equipped with DC power supply, a converter, the charge storage section, a motorised control section, and a control unit. A converter changes the 1st direct current voltage from DC power supply into the 2nd direct current voltage according to an electrical-potential-difference command value, and outputs it between the 1st and 2nd power-source lines. Charge and discharge are possible for the charge storage section, and it is connected between the 1st and 2nd power-source lines. A motorised control section changes a motor into the power which carries out drive control according to a driving force command value in response to the 2nd direct current voltage between the 1st and 2nd power-source lines. At the time of the powering movement of a motor, a control unit adjusts a drive command value so that the sum with the variation of the power consumption in the motor corresponding to a drive command value and the are recording power in the charge storage section according to change of the 2nd direct current voltage may become smaller than the output power limiting value of a converter.

[0010]

Preferably, an electrical-potential-difference command value is independently decided to be a drive command value according to the rotational frequency and the driving force demanded of a motor.

[0011]

DC power supply can be charged preferably. Moreover, a motorised control section The generated output in a motor is changed into the 2nd direct current voltage according to an electrical-potential-difference command value at the time of regeneration actuation of a motor, and it outputs between the 1st and 2nd power-source lines. A converter The 2nd output voltage is changed into the 1st electrical potential difference at the time of regeneration actuation of a motor, and DC power supply are charged. A control unit In the time of regeneration actuation of a motor, an electrical-potential-difference command value is adjusted if needed based on the relation between the variation of the generated output in a motor, and the are recording power in the charge storage section according to change of the 2nd direct current voltage, and the input power limiting value to a converter.

[0012]

Still more preferably, at the time of regeneration actuation of a motor, after an electrical-potential-difference command value is decided in primary according to the rotational frequency and the driving force demanded of a motor, it is adjusted by the control unit if needed.

[0013]

Or still more preferably, a control device forbids descent of an electrical-potential-difference command value, when the generated output in a motor exceeds the input power limiting value to a converter at the time of regeneration actuation of a motor.

[0014]

Furthermore, preferably, in the time of regeneration actuation of a motor, when the generated output in a motor is smaller than the input power limiting value to a converter, a control device restricts the amount of descent of an electrical-potential-difference command value so that the variation of are recording power according to change of the 2nd direct current voltage in the charge storage section may be balanced with the generated output in the input power limiting value and the motor to a converter.

[0015]

Preferably, a control unit computes the variation of are recording power based on an electrical-potential-difference command value. Or a control unit computes the variation of are recording power preferably based on the detection value of the 2nd direct current voltage.

[0016]

With a power unit given in any 1 term of claims 1-8, and a power unit, the automobile by this invention is formed as a motor by which drive control is carried out, and is equipped with the AC motor which can drive at least one wheel. A converter is formed as a pressure-up converter which can make the 2nd electrical potential difference higher than the 1st electrical potential difference, and a motorised control section contains the inverter which performs power conversion between the alternating voltage which carries out drive control of the 2nd direct current voltage and AC motor.

[Effect of the Invention]

[0017]

In the power unit by this invention, at the time of the powering movement of a motor, a drive command value is adjusted so that the output power of a converter may not become excessive, taking change of the are recording power of the charge storage section according to change of the 2nd direct current voltage (motor operating voltage) according to an electrical-potential-difference command value into consideration, and the power consumption in a motor may be controlled if needed.

[0018]

Therefore, in the configuration which is adjustable by the converter about the supply voltage (motor operating voltage) to a motorised control section (inverter), the overcurrent in a converter can be prevented and component protection can be aimed at. A motor efficiency can be raised by deciding the electrical-potential-difference command value of the 2nd direct current voltage (motor operating voltage) especially according to the rotational frequency and demand torque of a motor.

[0019]

Furthermore, after taking change of the are recording power of the charge storage section into consideration so that the input power to a converter may not become excessive at the time of regeneration actuation of a motor, an electrical-potential-difference command value is adjusted if needed so that pressure lowering of the 2nd direct current voltage (motor operating voltage) may be restricted. Therefore, the overcurrent in a converter can be prevented and component protection can be aimed at.

Efficient-ization of a motor can be attained in the range which does not exceed the input power limiting value to a converter by restricting the amount of descent of an electrical-potential-difference command value especially based on the comparison with the generated output in a motor, and the input power limiting value to a converter.

[0020]

In addition, a control operation load is mitigable by computing change of the are recording power of the charge storage section based on an electrical-potential-difference command value.

[0021]

Moreover, control precision can be improved by computing change of the are recording power of the charge storage section based on the detection value of the 2nd direct current voltage.

[0022]

In the configuration which the automobile by this invention arranges the converter in which a pressure up is possible, and enables efficient actuation-ization of the AC motor concerned by making

adjustable input voltage (the 2nd direct current voltage) of the inverter which carries out drive control of the AC motor for a wheel drive. At the time of the powering movement of an AC motor, a drive command value can be adjusted so that the output power of a converter may not become excessive, taking change of the recording power of the charge storage section according to change of the 2nd direct current voltage according to an electrical-potential-difference command value into consideration, and the power consumption in a motor may be controlled if needed.

Thereby, the overcurrent in a converter can be prevented and component protection can be aimed at.

[0023]

Moreover, without restricting the regeneration power of an AC motor also at the time of regeneration actuation of an AC motor, and reducing a brake force at it, the overcurrent in a converter can be prevented and component protection can be aimed at.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0024]

It explains to a detail, referring to a drawing about the gestalt of operation of this invention below. In addition, about the same or the considerable part in drawing, the same sign is attached and the explanation is not repeated.

[0025]

Drawing 1 is a block diagram explaining the configuration of the automobile equipped with the power unit according to this invention.

[0026]

With reference to drawing 1, the hybrid car 100 by this invention is equipped with a dc-battery 10, ECU (Electronic Control Unit) 15 and PCU (Power Control Unit) 20, the power output unit 30, a differential gear (Differential Gear) 40, front wheels 50L and 50R, rear wheels 60L and 60R, front seats 70L and 70R, and a rear seat 80.

[0027]

A dc-battery 10 is charged with the direct current voltage from PCU 20 while it consists of rechargeable batteries, such as for example, nickel hydrogen or a lithium ion, and supplies direct current voltage to PCU 20. A dc-battery 10 is arranged at the back section of a rear seat 80, and is electrically connected with PCU 20. PCU 20 shows the power converter which is needed within a hybrid car 100 in the gross.

[0028]

The various sensor outputs 17 from the various sensors in which an operation situation and a car situation are shown are inputted into ECU 15. A sensor output etc. is included in the various sensor outputs 17 whenever [amount / which is detected by the position sensor arranged at the accelerator pedal 35 / of accelerator treading in, or wheel speed]. ECU 15 performs various control about a hybrid car 100 integrative based on these inputted sensor outputs.

[0029]

The power output unit 30 contains the engine and motor generators MG1 and MG2 which are prepared as a source of wheel driving force. DG 40 transmits the turning effort of front wheels 50L and 50R to the power output unit 30 while transmitting the power from the power output unit 30 to front wheels 50L and 50R.

[0030]

Thereby, the power output unit 30 transmits the power by the engine and/or motor generators MG1 and MG2 to front wheels 50L and 50R through DG 40, and drives front wheels 50L and 50R.

Moreover, the power output unit 30 is generated on the turning effort of the motor generators MG1 and MG2 by front wheels 50L and 50R, and supplies the generated power to PCU 20. That is, motor generators MG1 and MG2 play a role of a "AC motor" which can drive at least one wheel.

[0031]

At the time of the powering movement of motor generators MG1 and MG2, PCU 20 changes into alternating voltage the direct current voltage which carried out the pressure up, and carries out drive control of the motor generators MG1 and MG2 contained in the power output unit 30 while it carries out the pressure up of the direct current voltage from a dc-battery 10 according to control lead from ECU 15.

[0032]

Moreover, at the time of regeneration actuation of motor generators MG1 and MG2, PCU20 changes into direct current voltage the alternating voltage which motor generators MG1 and MG2 generated according to control lead from ECU15, and charges a dc-battery 10.

[0033]

Thus, the "power unit" which carries out drive control of the motor generators MG1 and MG2 is constituted from a hybrid car 100 by a dc-battery 10 and the part which controls PCU20 of PCU20 and ECU15.

[0034]

Next, the configuration of the power unit by this invention is explained.

[0035]

With reference to drawing 2, the configuration of the power unit by this invention is explained.

[0036]

The power unit by this invention is equipped with the dc-battery 10 equivalent to "DC power supply", the part ("PCU20" is only hereafter called also about the part concerned) about drive control of the motor generators MG1 and MG2 of PCUs20, and the part ("a control unit 15" is called hereafter) that controls PCU20 of ECUs15 with reference to drawing 2.

[0037]

PCU20 contains a converter 110, a smoothing capacitor 120, the motorised controller 131,132 respectively corresponding to motor generators MG1 and MG2, and the converter / inverter control section 140. Since drive control of the motor generators MG1 and MG2 which are AC motors is carried out, a motorised controller is constituted from the gestalt of this operation by the inverter. Therefore, below, the motorised controller 131,132 is called an inverter 131,132.

[0038]

A control device 15 determines the demand torque Trq to the motor generators MG1 and MG2 in consideration of output allocation with an engine etc. based on the various sensor outputs 17. Furthermore, a control device 15 computes optimal motor operating voltage Vm^{**} according to the operating state of motor generators MG1 and MG2.

[0039]

As shown in drawing 3, optimal motor operating voltage Vm^{**} for efficient-izing of motor generators MG1 and MG2 is determined based on the motor rotational frequency N and the demand torque Trq . When the demand torque Trq is equivalent, optimal motor operating voltage Vm^{**} goes up, so that the motor rotational frequency N is high. Moreover, when the motor rotational frequency N is equivalent, optimal motor operating voltage Vm^{**} becomes high, so that the demand torque Trq is large.

[0040]

A control unit 15 performs power balance control which explains the back to a detail based on the demand torque Trq and optimal motor operating voltage Vm^{**} , and generates the electrical-potential-difference command value Vmr of the motor operating voltage Vm , and the torque command value $Tref$ in motor generators MG1 and MG2.

[0041]

The electrical-potential-difference command value Vmr and the torque command value $Tref$ are given to a converter / inverter control section 140. Furthermore, a control device 15 gives the recognition signal SMT which shows any motor generators MG1 and MG2 shall perform between a powering movement and regeneration actuation to a converter / inverter control section 140.

[0042]

A converter / inverter control section 140 generates the converter control signal $Scnv$ which controls actuation of a converter 110 according to the electrical-potential-difference command value Vmr from a control device 15. Moreover, a converter / inverter control section 140 generates the inverter control signals $Spwm1$ and $Spwm2$ which control actuation of an inverter 131,132, respectively according to the torque command value $Tref$ from a control device 15.

[0043]

Next, the example of a concrete configuration of PCU20 shown in drawing 2 and its actuation are explained using drawing 4.

[0044]

With reference to drawing 4 , the positive electrode and negative electrode of a dc-battery 10 are connected with the power-source wiring 101 and 102, respectively.

[0045]

A converter 110 contains a reactor 115, switching elements Q1 and Q2, and diodes D1 and D2.

[0046]

Series connection of the switching elements Q1 and Q2 is carried out among the power-source wiring 103 and 102. A reactor 115 is connected between the power-source wiring 101 and the connection node Nm of switching elements Q1 and Q2. Between the collector/emitter of each switching elements Q1 and Q2, the reverse juxtaposition diodes D1 and D2 are connected, respectively so that a current may be passed from an emitter side to a collector side.

[0047]

The gate control signals GS1 and GS2 equivalent to the converter control signal Scnv are given to the gate of switching elements Q1 and Q2, respectively, the gate control signals GS1 and GS2 concerned are answered, respectively, and turning on and off of switching elements Q1 and Q2 is controlled. As a switching element in the gestalt of this operation, IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) is applied, for example.

[0048]

A smoothing capacitor 120 is connected among the power-source wiring 103 and 102.

[0049]

An inverter 131 is a three phase inverter which consists of switching elements Q3-Q8 which constitute U phase arm 151, V phase arm 152, and W phase arm 153 which are connected to juxtaposition among the power-source wiring 103 and 102. Between the collector/emitter of each switching elements Q3-Q8, the reverse juxtaposition diodes D3-D8 are connected, respectively.

[0050]

The gate control signals GS3-GS8 equivalent to the inverter control signal Spwm1 are given to the gate of switching elements Q3-Q8, respectively, and switching elements Q3-Q8 answer the gate control signals GS3-GS8, and are turned on and off by the drive circuit part which is not illustrated.

[0051]

The midpoint of each phase arm of an inverter 131 is connected to each **** of each phase coil of the motor generator MG 1 which is the permanent magnet of a three phase. Common connection of the end of each phase coil is made at a midpoint. Furthermore, inside it is a three phase, at least, in a two phase, a current sensor 161,162 is formed and each phase current can be detected.

[0052]

An inverter 132 is the inverter 131 and the same three phase inverter which consist of switching element Q3**-Q8** and reverse juxtaposition diode D3**-D8**s. Gate control signal GS3** equivalent to the inverter control signal Spwm2 - GS8** are given to the gate of switching element Q3** - Q8**, respectively, and switching element Q3** - Q8** answers gate control signal GS3** - GS8**, and is turned on and off by the drive circuit part which is not illustrated.

[0053]

The midpoint of each phase arm of an inverter 132 is connected to each **** of each phase coil of a motor generator MG 2. Common connection is made at a midpoint, inside it is a three phase, in a two phase, current sensor 161** and 162** are prepared at least, and the end of each phase coil of a motor generator MG 2 can detect each phase current.

[0054]

In addition, the AC motor of arbitration can be applied as motor generators MG1 and MG2, without limiting a source resultant pulse number (three phase) and a format (permanent magnet motor).

[0055]

Next, actuation of the power unit at the time of the powering movement of motor generators MG1 and MG2 is explained.

[0056]

A dc-battery 10 supplies the input voltage Vb equivalent to "the 1st direct current voltage" among the power-source wiring 101 and 102.

[0057]

A converter 110 generates the motor operating voltage Vm which carries out the pressure up of the

input voltage V_b by the switching control of switching elements Q1 and Q2, and is equivalent to "the 2nd direct current voltage" in response to the input voltage V_b from a dc-battery 10 among the power-source wiring 101 and 102, and outputs it among the power-source wiring 103 and 102. That is, the power-source wiring 103 and 102 constitutes "the 1st power-source wiring" and "the 2nd power-source wiring", respectively. The pressure-up ratio (V_m/V_b) in a converter 110 is decided according to the "on" period ratio (duty ratio) of switching elements Q1 and Q2.

[0058]

Therefore, a converter / inverter control section 140 determines the pressure-up ratio in a converter 110 based on the electrical-potential-difference command value V_{mr} from a control device 15, and it generates the gate control signals GS1 and GS2 so that this pressure-up ratio may be realized.

[0059]

The smoothing capacitor 120 which is formed as the "charge storage section" and in which charge and discharge are possible carries out smooth [of the motor operating voltage V_m outputted from the converter 110 among the power-source wiring 103 and 102].

[0060]

An inverter 131,132 answers gate control signals GS3-GS8, and GS3** - GS8** in the motor operating voltage V_m between the power-source wiring 103 and 102, and is changed into the alternating voltage which drives motor generators MG1 and MG2.

[0061]

A converter / inverter control section 140 generates the inverter control signals Spwm1 and Spwm2 according to the output value from various sensors so that the motor current which makes motor generators MG1 and MG2 produce the rotational frequency according to the torque and the target rotational frequency according to the torque command value T_{ref} may flow to each phase. For example, gate control signals GS3-GS8, and GS3** - GS8** which are the inverter control signals Spwm1 and Spwm2 is the PWM signal wave generated according to the general control system.

[0062]

The voltage sensor output which detects the output value and the motor operating voltage V_m from output-value and current sensor 161,162,161** and 162** of motor generators MG1 and MG2 from a position sensor and a rate sensor is included in an output value from various sensors.

[0063]

On the other hand, at the time of regeneration actuation of motor generators MG1 and MG2, actuation of a power unit is controlled as follows. In addition, with the time of regeneration actuation of motor generators MG1 and MG2, it includes braking accompanying a regeneration generation of electrical energy when there is foot-brake actuation by the driver which drives a hybrid car 100, and carrying out car moderation (or acceleration), carrying out a regeneration generation of electrical energy in turning off an accelerator pedal during transit, although a foot brake is not operated.

[0064]

A converter / inverter control section 140 detects that the hybrid car 100 started regeneration actuation with the recognition signal SMT from ECU15. This is answered, and a converter / inverter control section 140 generates the inverter control signals Spwm1 and Spwm2 so that the alternating voltage generated by motor generators MG1 and MG2 may be changed into direct current voltage with an inverter 131,132.

[0065]

Thereby, an inverter 131,132 changes into the direct current voltage (namely, motor operating voltage V_m) according to the electrical-potential-difference command value V_{mr} the alternating voltage generated by motor generators MG1 and MG2, respectively, and outputs it among the power-source wiring 103 and 102.

[0066]

At the time of regeneration actuation, a converter / inverter control section 140 generates the converter control signal Scnv so that the pressure of the direct current voltage (motor operating voltage V_m) supplied from the inverter 131,132 may be lowered. That is, at the time of regeneration actuation, switching elements Q1 and Q2 lower the pressure of the motor operating voltage V_m by answering, respectively and turning on and off to the gate control signals GS1 and GS2, and a converter 110 outputs direct current voltage V_b among the power-source wiring 101 and 102. A dc-

battery 10 is charged with the direct current voltage V_b from a converter 110. Thus, since a converter 110 can also lower the pressure of the motor operating voltage V_m to direct current voltage V_b , it has the function of a bidirectional converter.

[0067]

Although it is as having mentioned above about the basic actuation about drive control of the motor generator by the power unit, in the power unit by this invention, power balance control is performed in each at the time of the powering movement of a motor generator, and regeneration actuation, and overcurrent generating by the converter 110 is avoided. Power balance control can be performed as control data processing beforehand programmed by the control unit (ECU) 15 so that it may explain below.

[0068]

Drawing 5 is a flow chart explaining the power balance control by the control device at the time of a powering movement.

[0069]

With reference to drawing 5, the demand torque Trq of motor generators MG1 and MG2 is computed according to the accelerator actuation by the operator etc. at the time of a powering movement (step S100). As shown in drawing 3, optimal motor operating voltage V_m^{**} is determined according to the demand torque Trq and the motor rotational frequency N which were computed.

[0070]

Control of the motor operating voltage V_m is performed independently of the flow chart shown in drawing 5, and is performed by the switching control of the converter 110 according to the electrical-potential-difference command value V_{mr} equivalent to optimal motor operating voltage V_m^{**} in drawing 3. That is, the electrical-potential-difference command value V_{mr} is decided according to motor operating state independently of the torque command value T_{ref} .

[0071]

The capacitor power variation P_c which is the variation of the are recording power ($P=C \cdot V^2/2$) in the smoothing capacitor 120 of every control period is computed by answering control of such motor operating voltage V_m (step S110).

[0072]

The capacitor power variation P_c is shown by the following type (1) using the capacity value C of the motor operating voltage V_m and the smoothing capacitor 120 which are impressed to a smoothing capacitor 120 as variation of $P=C \cdot V^2/2$ between the control periods T .

[0073]

[Equation 1]

$$P_c = \left\{ \frac{1}{2} C \cdot (V_m + \Delta V_m)^2 - \frac{1}{2} C \cdot V_m^2 \right\} \cdot \frac{1}{T}$$

$$= \frac{C}{2T} (2 \cdot V_m \cdot \Delta V_m + \Delta V_m^2) \quad \dots (1)$$

[0074]

In a formula (1), V_m shows the motor operating voltage in the control period concerned, and ΔV_m shows the difference of the motor operating voltage V_m between control periods and the control periods in front of one concerned. For example, the i -th control period (i : natural number) is shown by $\Delta V_m(i) = V_m(i) - V_m(i-1)$. Thus, it is set to capacitor power variation $P_c > 0$ at the time of the rise of the motor operating voltage V_m .

[0075]

For example, the capacitor power variation P_c is computable with a sufficient precision by using the output value of the voltage sensor which detects motor operating voltage as V_m in a formula (1). Or in order to mitigate a control operation load, the capacitor power variation P_c may be computed by

using the electrical-potential-difference command value V_{mr} as V_m in a formula (1).

[0076]

Furthermore, the motor consumption power P_m equivalent to the demand torque Trq is calculated, and the balance judging of whether the converter output power limiting value P_{cvm} exceeds [the sum with the capacitor power variation P_c calculated at the motor power P_m and step S110 concerned] is performed (step S120).

[0077]

The converter output power limiting value P_{cvm} is restricted by the power supply of a dc-battery 10, and the power capacity (current capacity) of the switching elements Q1 and Q2 which constitute a converter 110. Since an overcurrent may pass to switching elements Q1 and Q2 when the converter output power limiting value P_{cvm} is especially restricted by not the power supply of a dc-battery 10 but the capacity of switching elements Q1 and Q2, there is a component protection top problem.

[0078]

For this reason, a bottom type (2) is judged and it is judged whether it is over the value to which the motor power P_m deducted the capacitor power variation P_c (> 0) from the converter output power limiting value P_{cvm} (step S130).

[0079]

[Equation 2]

$$P_m \leq P_{cvm} - P_c \quad (\text{力行時: } P_m, P_{cvm}, P_c > 0) \quad \dots (2)$$

[0080]

Since it does not exceed the converter output power limiting value P_{cvm} even if it consumes power by motor generators MG1 and MG2 as the demand torque Trq in being $P_m \leq P_{cvm} - P_c$, the torque command value $Tref$ is set as the demand torque Trq and an EQC (step S140).

[0081]

On the other hand, if it consumes power by motor generators MG1 and MG2 as the demand torque Trq in being $P_m > P_{cvm} - P_c$, the sum of the motor power P_m and the capacitor power variation P_c will exceed the converter output power limiting value P_{cvm} . Therefore, in this case, the motor power P_m is restricted so that the converter output power limiting value P_{cvm} may not be exceeded, and an overcurrent may not arise especially to the converter 110.

[0082]

Motor power P_m^{**} of the limitation that $P_m^{**} = P_{cvm} - P_c$ is materialized is specifically computed, and the torque command value $Tref$ is computed by making it correspond to the motor power P_m^{**} concerned. That is, the torque command value $Tref$ is restricted so that it may become smaller than the original demand torque Trq (step S150).

[0083]

Thus, according to the torque command value $Tref$ calculated and computed, switching control of an inverter 131,132 is performed by step S140 or S150, and the torque (namely, motor current) of motor generators MG1 and MG2 is controlled by it (step S160).

[0084]

By carrying out such control, by making motor control and converter control cooperate, in the configuration which is adjustable by the converter about the input voltage (motor operating voltage V_m) to a motorised control section (inverter), it is controllable so that the supply power of a converter does not become excessive. That is, since the output power from a converter 110 does not exceed the limiting value P_{cvm} , the overcurrent of a converter 110 can be prevented and component protection can be aimed at.

[0085]

In addition, what is necessary is just to calculate the sum of the consumption power in these motors as motor power P_m in step S120, when two or more motors (motor generator) used as a load are arranged like the gestalt of this operation.

[0086]

Next, the power balance control at the time of regeneration actuation is explained. As mentioned above, at the time of converter pressure-up actuation, while raising the motor operating voltage V_m according to the motor operating condition, the power running power of a motor generator was restricted if needed.

[0087]

On the other hand, when a motor generator performs regeneration actuation, according to the motor operating condition, the optimal motor operating voltage V_m will change to the pressure-lowering side. Therefore, in the power balance control at the time of regeneration actuation, if the regeneration power in a motor generator is restricted, since a brake force will decrease, the somesthesia top problem of an insurance top and an operator may produce performing the same control as the time of pressure-up actuation. For this reason, power balance control at the time of regeneration actuation is performed so that it may explain below.

[0088]

Drawing 6 is a flow chart explaining the power balance control at the time of regeneration actuation.

[0089]

If the power balance control at the time of regeneration actuation is started with reference to drawing 6, a control unit 15 will compute the motor regeneration power P_m (<0) first (step S200). In addition, when two or more motors (motor generator) to generate exist like step S120, the sum of the regeneration power in these motors is calculated as motor power P_m .

[0090]

Furthermore, based on a formula (1), the capacitor power variation P_c is computed like step S110 in drawing 5 (step S210).

[0091]

Next, balance with the converter input power limiting value P_{cvm} (<0) is judged to be the motor regeneration power P_m (<0) computed at steps S200 and S210, respectively, and the capacitor power variation P_c (<0), and it is judged whether the formula (4) which transformed the formula (3) which reversed the polarity of a formula (2) is filled (step S220).

[0092]

[Equation 3]

$$P_m \geq P_{cvm} - P_c \quad (\text{回生時: } P_m, P_{cvm}, P_c < 0) \quad \dots (3)$$

$$P_c \geq P_{cvm} - P_m \quad \dots (4)$$

[0093]

When a formula (4) is filled, as shown in drawing 3, even if it changes the motor operating voltage V_m according to a motor operating condition, the input power to a converter 110 does not become excessive. Therefore, the electrical-potential-difference command value V_{mr} of the motor operating voltage V_m is set as optimal motor operating voltage V_m^{**} computed based on drawing 3 (step S230).

[0094]

On the other hand, when a formula (4) is not satisfied, the judgment of whether the motor regeneration power P_m is over the converter input power limiting value P_{cvm} further is made (step S240).

[0095]

First, in order to forbid pressure lowering of the motor operating voltage V_m doubled with the motor operating condition in $P_m < P_{cvm}$ (i.e., when the absolute value of the motor regeneration power P_m is larger than the absolute value of the converter input power limiting value P_{cvm}), the electrical-potential-difference command value V_{mr} is fixed to the same value as a front control period (step S250).

[0096]

In addition, since it separates in this case from the optimum value whose motor operating voltage V_m suited to the operating condition, the power consumption in an inverter 131,132 increases, but since the regeneration power in a motor generator is not restricted, a brake force does not decrease.
[0097]

On the other hand, although a motor operating condition can be made to be able to agree completely and the motor operating voltage V_m cannot be dropped to optimal V_m^{**} when the absolute value of the time P_m of $P_m \geq P_{cvm}$, i.e., motor regeneration power, is below the converter input power limiting value P_{cvm} , $P_{cvm} - P_m$ restricts within limits which become equivalent to the capacitor power variation P_c , and permits pressure lowering of the motor operating voltage V_m . Namely, the variation (amount of pressure lowering ΔV_m) of motor operating voltage is determined within limits which fill a bottom type (5).
[0098]

[Equation 4]

$$\frac{1}{T} \left\{ \frac{C}{2} (V_m + \Delta V_m)^2 - \frac{C}{2} \cdot V_m^2 \right\} = P_{cvm} - P_m \quad \dots (5)$$

[0099]

In addition, the left part in a formula (5) is equivalent to the capacitor power variation P_c accompanied by changing motor operating voltage from V_m to $V_m + \Delta V_m$ among control period: T . That is, V_m shows the motor operating voltage V_m in the control period in front of one.
[0100]

If a formula (5) is solved about ΔV_m , a bottom type (6) will be obtained.
[0101]

[Equation 5]

$$\Delta V_m = -V_m + \sqrt{-V_m^2 + \frac{2 \cdot T \cdot (P_{cvm} - P_m)}{C}} \quad \dots (6)$$

[0102]

Thus, pressure lowering is permitted to the electrical-potential-difference command value V_{mr} of motor operating voltage, restricting variation ΔV_m based on a formula (6) (step S260). Thus, by restricting the amount of descent of an electrical-potential-difference command value based on the difference of the motor regeneration power P_m and the converter input power limiting value P_{cvm} , the motor operating voltage V_m can be dropped in the range which does not exceed the converter input power limiting value P_{cvm} , and efficient-ization of motor generators MG1 and MG2 can be attained.
[0103]

Thus, switching control of a converter is performed based on the electrical-potential-difference command value V_{mr} determined by either of steps S230, S250, and S260, and the motor operating voltage V_m is controlled (step S270).
[0104]

Therefore, at the time of regeneration actuation of motor generators MG1 and MG2, after taking capacitor power variation into consideration, without restricting the regeneration power in motor generators MG1 and MG2, it is controllable so that the input power to a converter 110 does not exceed the limiting value P_{cvm} . Consequently, the overcurrent of a converter 110 can be prevented and component protection can be aimed at.
[0105]

In addition, although the configuration by which drive control of the two AC motors is carried out with a power unit was illustrated with the gestalt of this operation, if it is a controllable configuration

about the torque (power) of a motor, this invention is applicable [with a motorised control section (equivalent to the inverter in the gestalt of operation)] not only to an AC motor but the power unit which carries out drive control of the direct current motor.

[0106]

Moreover, especially the number of the motor by which drive control is carried out with a power unit is not limited, but can provide with this invention the power unit which carries out drive control of the motor of the number of arbitration. In this case, what is necessary is just to calculate the consumption power and regeneration power in the motor shown in drawing 5 and drawing 6 in the power unit which drives two or more motor control as total of the consumption power in two or more motors concerned, and regeneration power.

[0107]

Furthermore, the power unit by this invention can be applied not only to a hybrid car but to cars, such as an electric vehicle, and can still be applied also to all the device and systems carrying the motor by which drive-control is carried out.

[0108]

It should be thought that the gestalt of the operation indicated this time is [no] instantiation at points, and restrictive. The range of this invention is shown by the above-mentioned not explanation but claim, and it is meant that all modification in a claim, equal semantics, and within the limits is included.

[Brief Description of the Drawings]

[0109]

[Drawing 1] It is a block diagram explaining the configuration of the automobile equipped with the power unit according to this invention.

[Drawing 2] It is a block diagram explaining the configuration of the power unit by this invention.

[Drawing 3] It is a conceptual diagram explaining calculation of the optimal motor electrical potential difference.

[Drawing 4] It is the circuit diagram showing the example of a concrete configuration of PCU20 shown in drawing 2.

[Drawing 5] It is a flow chart explaining the power balance control at the time of a powering movement.

[Drawing 6] It is a flow chart explaining the power balance control at the time of regeneration actuation.

[Description of Notations]

[0110]

10 Dc-battery, 15 Control Unit (ECU), 17 Various Sensor Outputs, 20 PCU, 30 A power output unit, 35 Accelerator pedal, 50L, 50R Front wheel, 60L, 60R A rear wheel, 100 Hybrid car, 101-103 Power-source wiring, 110 A converter, 120 Smoothing capacitor, 131,132 An inverter (motorised controller), 140 A converter / inverter control section, 161,161**, a 162,162 ** current sensor, GS1-GS8 Gate control signal, MG1, MG2 A motor generator, Pc Capacitor power variation, Pcvlm Converter power limiting value (an input/output), Pm Motor power (consumption/regeneration), Q1-Q8, a Q3** - Q8 ** switching element, Scnv Converter control signal, Spwm1, Spwm2 An inverter control signal, T Control period, Tref A torque command value, Trq Demand torque, Vb Input voltage, Vm Motor operating voltage, the Vm** optimal motor operating voltage, Vmr An electrical-potential-difference command value, deltaVm Motor operating voltage variation (between control periods).

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[0109]

[Drawing 1] It is a block diagram explaining the configuration of the automobile equipped with the power unit according to this invention.

[Drawing 2] It is a block diagram explaining the configuration of the power unit by this invention.

[Drawing 3] It is a conceptual diagram explaining calculation of the optimal motor electrical potential difference.

[Drawing 4] It is the circuit diagram showing the example of a concrete configuration of PCU20 shown in drawing 2 .

[Drawing 5] It is a flow chart explaining the power balance control at the time of a powering movement.

[Drawing 6] It is a flow chart explaining the power balance control at the time of regeneration actuation.

[Translation done.]

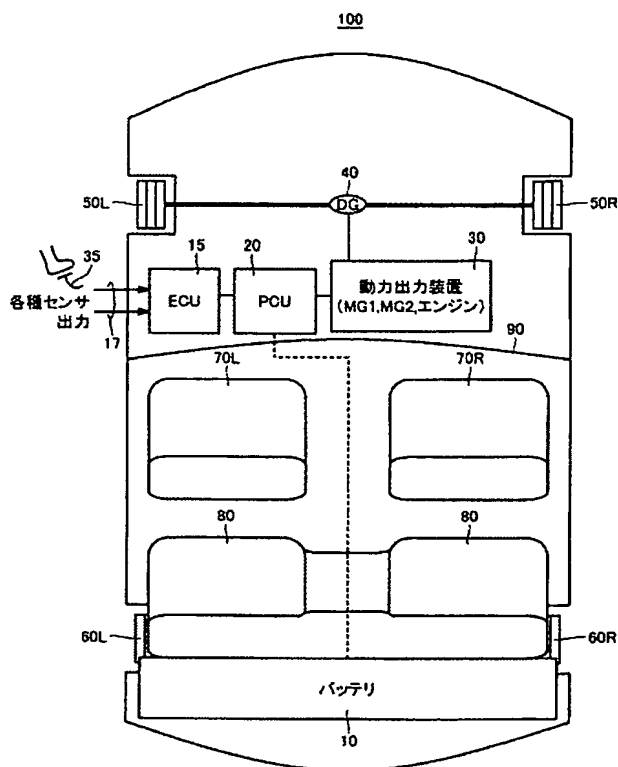
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

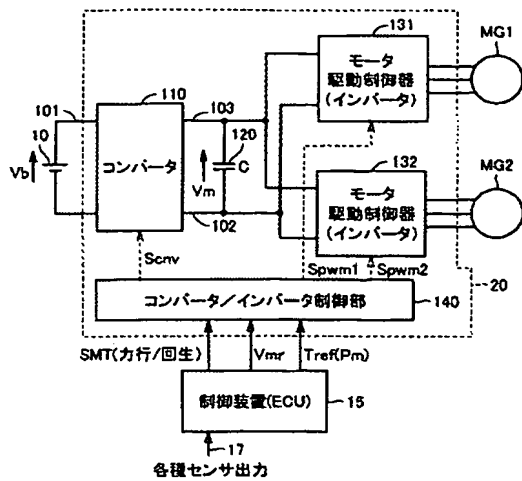
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

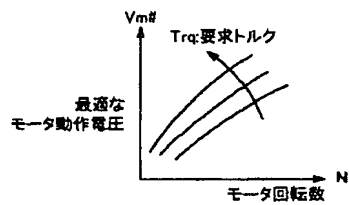
[Drawing 1]



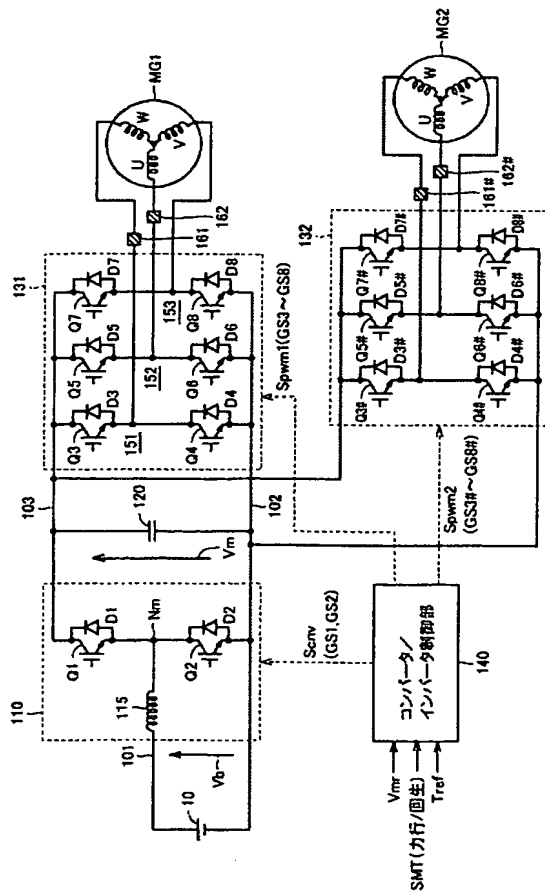
[Drawing 2]



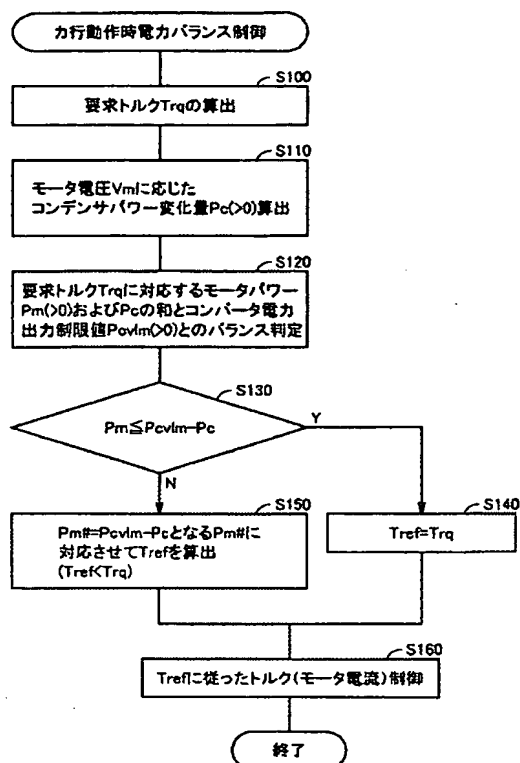
[Drawing 3]



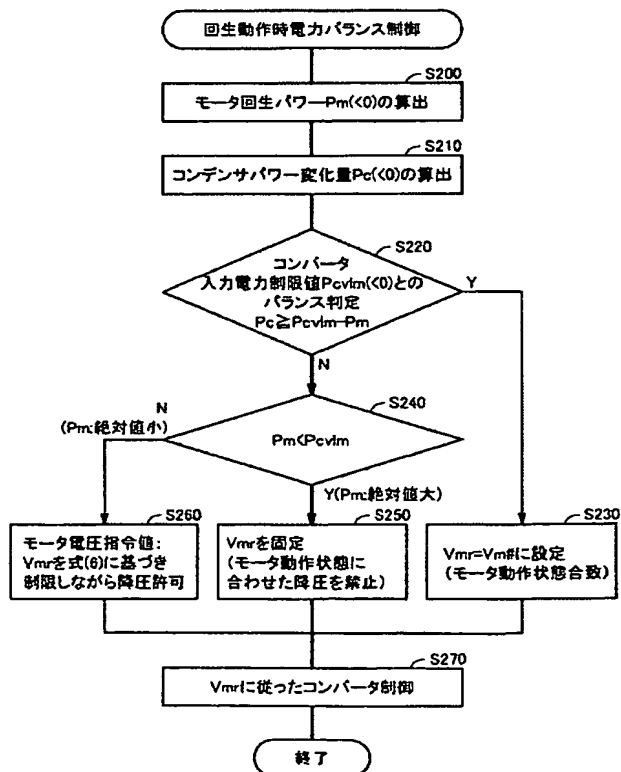
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-210779

(P2005-210779A)

(43) 公開日 平成17年8月4日(2005.8.4)

(51) Int.Cl.⁷

B60L 11/14

B60L 3/00

F1

B60L 11/14

B60L 3/00

ZHV

J

テーマコード(参考)

5H115

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2004-12099 (P2004-12099)
(22) 出願日 平成16年1月20日(2004.1.20)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100064746
弁理士 深見 久郎
(74) 代理人 100085132
弁理士 森田 俊雄
(74) 代理人 100112715
弁理士 松山 隆夫
(74) 代理人 100112852
弁理士 武藤 正
(72) 発明者 山田 堅滋
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

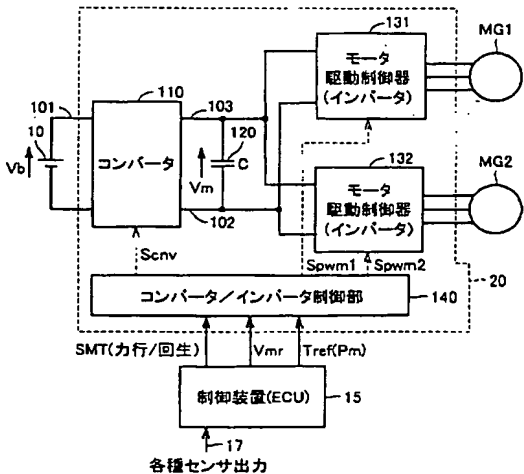
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源装置およびそれを搭載する自動車

(57) 【要約】

【課題】 入力直流電圧をレベル変換してモータを駆動制御する電源装置において、レベル変換のためのコンバータに過大電流が流れないように制御可能な構成を提供する。

【解決手段】 モータジェネレータMG1、MG2を駆動制御する電源装置は、入力電圧Vbを発生するバッテリー10と、入力電圧Vbを電圧指令値Vmrに従ってモータ動作電圧Vmへ変換するコンバータ110と、モータ動作電圧Vmを保持する平滑コンデンサ120と、モータ動作電圧Vmを受けてモータジェネレータMG1、MG2をトルク指令値Trefに従って駆動制御するインバータ131、132と、電圧指令値Vmrおよびトルク指令値Trefを生成する制御装置15とを備える。制御装置15は、モータジェネレータの力行動作時に、モータ消費電力とモータ動作電圧Vmの上昇に応じた平滑コンデンサ120での蓄積電力変化量との和が、コンバータ110の出力制限電力を超えないように、必要に応じて、トルク指令値Trefを本来の要求トルクよりも小さくする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータを駆動制御する電源装置であって、
直流電源と、

前記直流電源からの第 1 の直流電圧を電圧指令値に従って第 2 の直流電圧に変換して、
第 1 および第 2 の電源線間に出力するコンバータと、

前記第 1 および第 2 の電源線間に接続された充放電可能な電荷蓄積部と、

前記第 1 および第 2 の電源線間の前記第 2 の直流電圧を受けて、駆動力指令値に従って
前記モータを駆動制御する電力に変換するモータ駆動制御部と、

前記モータの力行動作時に、前記駆動指令値に対応する前記モータでの消費電力と前記
第 2 の直流電圧の変化に応じた前記電荷蓄積部での蓄積電力の変化量との和が、前記コン
バータの出力電力制限値よりも小さくなるように、前記駆動指令値を調整する制御装置と
を備える、電源装置。

10

【請求項 2】

前記電圧指令値は、前記モータの回転数および要求される駆動力に応じて、前記駆動指
令値とは独立に決められる、請求項 1 に記載の電源装置。

【請求項 3】

前記直流電源は充電可能であり、

前記モータ駆動制御部は、前記モータの回生動作時において、前記モータでの発電電力
を前記電圧指令値に従って前記第 2 の直流電圧に変換して前記第 1 および第 2 の電源線間
に出力し、

20

前記コンバータは、前記モータの回生動作時において、前記第 2 の出力電圧を前記第 1
の電圧に変換して前記直流電源を充電し、

前記制御装置は、前記モータの回生動作時において、前記モータでの発電電力および前
記第 2 の直流電圧の変化に応じた前記電荷蓄積部での蓄積電力の変化量と、前記コンバ
ータへの入力電力制限値との関係に基づき、必要に応じて前記電圧指令値を調整する、請
求項 1 に記載の電源装置。

【請求項 4】

前記モータの回生動作時において、前記電圧指令値は、前記モータの回転数および要求
される駆動力に応じて一次的に決められた後、前記制御装置によって必要に応じて調整さ
れる、請求項 3 に記載の電源装置。

30

【請求項 5】

前記制御装置は、前記モータの回生動作時において、前記モータでの発電電力が前記前
記コンバータへの入力電力制限値を超えるとときには、前記電圧指令値の降下を禁止する、
請求項 3 に記載の電源装置。

【請求項 6】

前記制御装置は、前記モータの回生動作時において、前記モータでの発電電力が前記前
記コンバータへの入力電力制限値より小さいときには、前記電荷蓄積部での前記第 2 の直
流電圧の変化に応じた蓄積電力の変化量が、前記前記コンバータへの入力電力制限値およ
び前記モータでの発電電力と均衡するように、前記電圧指令値の降下量を制限する、請
求項 3 に記載の電源装置。

40

【請求項 7】

前記制御装置は、前記蓄積電力の変化量を前記電圧指令値に基づいて算出する、請求項
1 から 6 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 8】

前記制御装置は、前記蓄積電力の変化量を前記第 2 の直流電圧の検出値に基づいて算出
する、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の電源装置。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の電源装置と、

前記電源装置によって駆動制御される前記モータとして設けられ、少なくとも 1 つの車

50

輪を駆動可能な交流電動機とを備え、

前記コンバータは、前記第2の電圧を前記第1の電圧よりも高くすることが可能な昇圧コンバータとして設けられ、

前記モータ駆動制御部は、前記第2の直流電圧と前記交流電動機を駆動制御する交流電圧との間の電力変換を行なうインバータを含む、自動車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電源装置に関し、より特定的には、入力直流電圧のレベル変換を伴ってモータを駆動制御する電源装置およびそれを搭載する自動車に関する。

【背景技術】

【0002】

最近、環境に配慮した自動車として、電動機（モータ）を駆動装置に組込んだハイブリッド自動車（Hybrid Vehicle）および電気自動車（Electric Vehicle）が大きな注目を集めている。そして、ハイブリッド自動車は一部実用化されている。一部のタイプのハイブリッド自動車では、モータを高効率で駆動するために、モータを駆動制御する電源装置に入力された直流電圧のレベル変換機能を持たせて、モータ駆動のための印加電圧（以下、「モータ動作電圧」とも称する）をモータの動作状態（回転数・トルク等）に応じて調節可能とした構成が採用されている。特に、昇圧機能を持たせて、モータ動作電圧を入力直流電圧よりも高くすることにより、直流電圧源としてのバッテリーの小型化および、高圧化に伴う電力損失低減によって、モータの高効率化が可能となる。

【0003】

たとえば、特開2003-244801号公報（特許文献1）には、二次電池で構成されたバッテリーからの直流電圧を昇圧コンバータによって昇圧してモータ動作電圧を発生し、当該モータ動作電圧をインバータで交流電圧に変換して車輪駆動用の交流電動機（モータ）を駆動制御する構成が開示されている。この構成では、モータ状態に応じて昇圧コンバータでの昇圧比を設定することにより、モータを高効率運転させることが可能となる。

【特許文献1】特開2003-244801号公報

【特許文献2】特開2000-68573号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記の構成では、特許文献1にも示されるように、入力電圧のレベル変換を行なうコンバータの出力側に、モータ動作電圧を安定化するための平滑コンデンサを設ける必要がある。このため、モータの動作状態に応じてモータ動作電圧を変化させると、平滑コンデンサの保持電圧が変化し、その蓄積電力（ $P = C \cdot V^2 / 2$ ）も変化する。

【0005】

したがって、モータの力行動作時に、回転数およびトルクの上昇に応じてモータ動作電圧の上昇を指示すると、これに伴って平滑コンデンサの蓄積電力が増加する過程では、コンバータがモータでの使用電力のみならず平滑コンデンサでの蓄積電力増加分をも供給することになる。この結果、コンバータの出力電力が過大となるおそれがある。

【0006】

特に、入力電圧源であるバッテリーの供給能力が、コンバータを構成するスイッチングデバイスの容量よりも大きく、コンバータを構成するスイッチング素子の容量（電流容量）によってコンバータからの出力電力が制限されている場合には、上記の現象によりスイッチング素子が破壊されてハード故障を招いてしまうおそれがある。

【0007】

逆に、モータが回生制動動作を行なって、モータからバッテリー側に電力を回生する場合においても、回転数およびトルクの下降に合わせてモータ動作電圧を降下させれば、モータからの回生電力のみならず平滑コンデンサでの蓄積電力減少分についてもコンバータへ

10

20

30

40

50

回生されることになる。この結果、コンバータを構成するスイッチングデバイスの通過電流が大きくなり、同様の現象を招くおそれがある。

【0008】

この発明はこのような問題点を解決するためになされたものであって、この発明の目的は、入力直流電圧をレベル変換してモータを駆動制御する電源装置において、当該レベル変換のためのコンバータに過大電流が流れないように制御可能な構成、およびそのような電源装置を備えた自動車を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明による電源装置は、モータを駆動制御する電源装置であって、直流電源と、コンバータと、電荷蓄積部と、モータ駆動制御部と、制御装置とを備える。コンバータは、直流電源からの第1の直流電圧を電圧指令値に従って第2の直流電圧に変換して、第1および第2の電源線間に出力する。電荷蓄積部は、充放電可能であり、第1および第2の電源線間に接続される。モータ駆動制御部は、第1および第2の電源線間の第2の直流電圧を受けて、駆動力指令値に従ってモータを駆動制御する電力に変換する。制御装置は、モータの力行動作時に、駆動指令値に対応するモータでの消費電力と第2の直流電圧の変化に応じた電荷蓄積部での蓄積電力の変化量との和が、コンバータの出力電力制限値よりも小さくなるように、駆動指令値を調整する。

10

【0010】

好ましくは、電圧指令値は、モータの回転数および要求される駆動力に応じて、駆動指令値とは独立に決められる。

20

【0011】

また好ましくは、直流電源は充電可能であり、モータ駆動制御部は、モータの回生動作時において、モータでの発電電力を電圧指令値に従って第2の直流電圧に変換して第1および第2の電源線間に出力し、コンバータは、モータの回生動作時において、第2の出力電圧を第1の電圧に変換して直流電源を充電し、制御装置は、モータの回生動作時において、モータでの発電電力および第2の直流電圧の変化に応じた電荷蓄積部での蓄積電力の変化量と、コンバータへの入力電力制限値との関係に基づき、必要に応じて電圧指令値を調整する。

【0012】

さらに好ましくは、モータの回生動作時において、電圧指令値は、モータの回転数および要求される駆動力に応じて一次的に決められた後、制御装置によって必要に応じて調整される。

30

【0013】

あるいは、さらに好ましくは、制御装置は、モータの回生動作時において、モータでの発電電力がコンバータへの入力電力制限値を超えるとときには、電圧指令値の降下を禁止する。

【0014】

また、さらに好ましくは、制御装置は、モータの回生動作時において、モータでの発電電力がコンバータへの入力電力制限値より小さいときには、電荷蓄積部での第2の直流電圧の変化に応じた蓄積電力の変化量が、コンバータへの入力電力制限値およびモータでの発電電力と均衡するように、電圧指令値の降下量を制限する。

40

【0015】

好ましくは、制御装置は、蓄積電力の変化量を電圧指令値に基づいて算出する。あるいは好ましくは、制御装置は、蓄積電力の変化量を第2の直流電圧の検出値に基づいて算出する。

【0016】

この発明による自動車は、請求項1から8のいずれか1項に記載の電源装置と、電源装置によって駆動制御されるモータとして設けられ、少なくとも1つの車輪を駆動可能な交流電動機とを備える。コンバータは、第2の電圧を第1の電圧よりも高くすることが可能

50

な昇圧コンバータとして設けられ、モータ駆動制御部は、第2の直流電圧と交流電動機を駆動制御する交流電圧との間の電力変換を行なうインバータを含む。

【発明の効果】

【0017】

この発明による電源装置では、モータの力行動作時に、電圧指令値に従った第2の直流電圧（モータ動作電圧）の変化に応じた電荷蓄積部の蓄積電力の変化を考慮に入れて、コンバータの出力電力が過大とならないように、必要に応じてモータでの消費電力を抑制するように駆動指令値が調整される。

【0018】

したがって、モータ駆動制御部（インバータ）への供給電圧（モータ動作電圧）をコンバータによって可変である構成において、コンバータでの過電流を防止して、素子保護を図ることができる。特に、第2の直流電圧（モータ動作電圧）の電圧指令値をモータの回転数および要求トルクに応じて決めることにより、モータ効率を高めることができる。

【0019】

さらに、モータの回生動作時においても、コンバータへの入力電力が過大とならないように、電荷蓄積部の蓄積電力の変化を考慮に入れた上で、第2の直流電圧（モータ動作電圧）の降圧を制限するように電圧指令値が必要に応じて調整される。したがって、コンバータでの過電流を防止して、素子保護を図ることができる。

特に、モータでの発電電力とコンバータへの入力電力制限値との比較に基づいて電圧指令値の降下量を制限することにより、コンバータへの入力電力制限値を超えない範囲で、モータの高効率化を図ることができる。

【0020】

なお、電荷蓄積部の蓄積電力の変化を電圧指令値に基づいて算出することにより、制御演算負荷を軽減できる。

【0021】

また、電荷蓄積部の蓄積電力の変化を第2の直流電圧の検出値に基づいて算出することにより、制御精度を向上できる。

【0022】

この発明による自動車は、昇圧可能なコンバータを配置して、車輪駆動用の交流電動機を駆動制御するインバータの入力電圧（第2の直流電圧）を可変として、当該交流電動機の高効率動作化を可能とする構成において、交流電動機の力行動作時に、電圧指令値に従った第2の直流電圧の変化に応じた電荷蓄積部の蓄積電力の変化を考慮に入れて、コンバータの出力電力が過大とならないように、必要に応じてモータでの消費電力を抑制するように駆動指令値を調整することができる。これにより、コンバータでの過電流を防止して、素子保護を図ることができる。

【0023】

また、交流電動機の回生動作時にも、交流電動機の回生電力を制限してブレーキ力を減ずることなく、コンバータでの過電流を防止して素子保護を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下において、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明を繰返さない。

【0025】

図1は、この発明に従う電源装置を備えた自動車の構成を説明するブロック図である。

【0026】

図1を参照して、本発明によるハイブリッド自動車100は、バッテリー10と、ECU（Electronic Control Unit）15と、PCU（Power Control Unit）20と、動力出力装置30と、デファレンシャルギヤ（Differential Gear）40と、前輪50L、50Rと、後輪60L、60Rと、フロントシート70L、70Rと、リアシート80とを備える。

10

20

30

40

50

【0027】

バッテリー10は、たとえばニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池からなり、直流電圧をPCU20へ供給するとともに、PCU20からの直流電圧によって充電される。バッテリー10は、たとえばリアシート80の後方部に配置されて、PCU20と電氣的に接続される。PCU20は、ハイブリッド自動車100内で必要となる電力変換器を総括的に示すものである。

【0028】

ECU15へは、運転状況・車両状況を示す各種センサからの各種センサ出力17が入力される。各種センサ出力17には、アクセルペダル35に配置された位置センサによって検出されるアクセル踏み込み量や車輪速度センサ出力等が含まれる。ECU15は、入力されたこれらのセンサ出力に基づき、ハイブリッド自動車100に関する種々の制御を統合的に行なう。

10

【0029】

動力出力装置30は、車輪駆動力源として設けられる、エンジンおよびモータジェネレータMG1、MG2を含む。DG40は、動力出力装置30からの動力を前輪50L、50Rに伝達するとともに、前輪50L、50Rの回転力を動力出力装置30へ伝達する。

【0030】

これにより、動力出力装置30は、エンジンおよび／またはモータジェネレータMG1、MG2による動力を、DG40を介して前輪50L、50Rに伝達して前輪50L、50Rを駆動する。また、動力出力装置30は、前輪50L、50RによるモータジェネレータMG1、MG2の回転力によって発電し、その発電した電力をPCU20へ供給する。すなわち、モータジェネレータMG1、MG2は、少なくとも1つの車輪を駆動可能な「交流電動機」としての役割を果たす。

20

【0031】

PCU20は、モータジェネレータMG1、MG2の力行動作時には、ECU15からの制御指示に従って、バッテリー10からの直流電圧を昇圧するとともに、その昇圧した直流電圧を交流電圧に変換して、動力出力装置30に含まれるモータジェネレータMG1、MG2を駆動制御する。

【0032】

また、PCU20は、モータジェネレータMG1、MG2の回生動作時には、ECU15からの制御指示に従って、モータジェネレータMG1、MG2が発電した交流電圧を直流電圧に変換してバッテリー10を充電する。

30

【0033】

このように、ハイブリッド自動車100では、バッテリー10と、PCU20と、ECU15のうちのPCU20を制御する部分とによって、モータジェネレータMG1、MG2を駆動制御する「電源装置」が構成される。

【0034】

次に、この発明による電源装置の構成について説明する。

【0035】

図2を参照して、この発明による電源装置の構成について説明する。

40

【0036】

図2を参照して、この発明による電源装置は、「直流電源」に相当するバッテリー10と、PCU20のうちのモータジェネレータMG1、MG2の駆動制御に関する部分（以下、当該部分についても単に「PCU20」と称する）と、ECU15のうちのPCU20を制御する部分（以下、「制御装置15」と称する）とを備える。

【0037】

PCU20は、コンバータ110と、平滑コンデンサ120と、モータジェネレータMG1、MG2にそれぞれ対応するモータ駆動制御器131、132と、コンバータ／インバータ制御部140とを含む。この実施の形態では、交流モータであるモータジェネレータMG1、MG2が駆動制御されるので、モータ駆動制御器はインバータで構成される。

50

したがって、以下では、モータ駆動制御器 131, 132 をインバータ 131, 132 と称する。

【0038】

制御装置 15 は、各種センサ出力 17 に基づき、エンジンとの出力配分等を考慮したモータジェネレータ MG1, MG2 への要求トルク T_{rq} を決定する。さらに、制御装置 15 は、モータジェネレータ MG1, MG2 の動作状態に応じて、最適なモータ動作電圧 $V_{m\#}$ を算出する。

【0039】

図 3 に示されるように、モータジェネレータ MG1, MG2 の高効率化のための最適モータ動作電圧 $V_{m\#}$ は、モータ回転数 N および要求トルク T_{rq} に基づいて決定される。要求トルク T_{rq} が同等である場合には、モータ回転数 N が高いほど最適モータ動作電圧 $V_{m\#}$ は上昇する。また、モータ回転数 N が同等であるときは、要求トルク T_{rq} が大きいほど最適モータ動作電圧 $V_{m\#}$ は高くなる。

10

【0040】

制御装置 15 は、要求トルク T_{rq} および最適モータ動作電圧 $V_{m\#}$ に基づき、後ほど詳細に説明するような電力バランス制御を行なって、モータ動作電圧 V_m の電圧指令値 V_{mr} およびモータジェネレータ MG1, MG2 でのトルク指令値 T_{ref} を生成する。

【0041】

電圧指令値 V_{mr} およびトルク指令値 T_{ref} は、コンバータ／インバータ制御部 140 へ与えられる。さらに、制御装置 15 は、モータジェネレータ MG1, MG2 が力行動作および回生動作のいずれを行なっているかを示す識別信号 SMT をコンバータ／インバータ制御部 140 へ与える。

20

【0042】

コンバータ／インバータ制御部 140 は、制御装置 15 からの電圧指令値 V_{mr} に従って、コンバータ 110 の動作を制御するコンバータ制御信号 $Scnv$ を生成する。また、コンバータ／インバータ制御部 140 は、制御装置 15 からのトルク指令値 T_{ref} に従って、インバータ 131, 132 の動作をそれぞれ制御するインバータ制御信号 $Spwm1$, $Spwm2$ を生成する。

【0043】

次に、図 4 を用いて、図 2 に示した PCU20 の具体的構成例およびその動作を説明する。

30

【0044】

図 4 を参照して、バッテリー 10 の正極および負極は、電源配線 101 および 102 とそれぞれ接続される。

【0045】

コンバータ 110 は、リアクトル 115 と、スイッチング素子 $Q1$, $Q2$ と、ダイオード $D1$, $D2$ とを含む。

【0046】

スイッチング素子 $Q1$ および $Q2$ は、電源配線 103 および 102 の間に直列接続される。リアクトル 115 は、電源配線 101 とスイッチング素子 $Q1$ および $Q2$ の接続ノード Nm との間に接続される。各スイッチング素子 $Q1$, $Q2$ のコレクタ／エミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すように、逆並列ダイオード $D1$, $D2$ がそれぞれ接続されている。

40

【0047】

スイッチング素子 $Q1$ および $Q2$ のゲートには、コンバータ制御信号 $Scnv$ に相当するゲート制御信号 $GS1$ および $GS2$ がそれぞれ与えられ、当該ゲート制御信号 $GS1$ および $GS2$ にそれぞれ応答して、スイッチング素子 $Q1$ および $Q2$ のオン・オフが制御される。この実施の形態におけるスイッチング素子としては、たとえば IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) が適用される。

【0048】

50

平滑コンデンサ 120 は、電源配線 103 および 102 の間に接続される。

【0049】

インバータ 131 は、電源配線 103 および 102 の間に並列に接続される、U 相アーム 151、V 相アーム 152 および W 相アーム 153 を構成するスイッチング素子 Q3 ~ Q8 からなる三相インバータである。各スイッチング素子 Q3 ~ Q8 のコレクタ／エミッタ間には、逆並列ダイオード D3 ~ D8 がそれぞれ接続されている。

【0050】

スイッチング素子 Q3 ~ Q8 のゲートには、インバータ制御信号 S p w m 1 に相当するゲート制御信号 G S 3 ~ G S 8 がそれぞれ与えられ、スイッチング素子 Q3 ~ Q8 は、図示しない駆動回路部分によって、ゲート制御信号 G S 3 ~ G S 8 に応答してオン・オフされる。

10

【0051】

インバータ 131 の各相アームの中間点は、三相の永久磁石であるモータジェネレータ MG1 の各相コイルの各相端に接続されている。各相コイルの一端は、中間点に共通接続される。さらに、三相のうちの少なくとも二相において、電流センサ 161、162 が設けられ、各相電流が検出可能である。

【0052】

インバータ 132 は、スイッチング素子 Q3 # ~ Q8 # および逆並列ダイオード D3 # ~ D8 # から構成される、インバータ 131 と同様の三相インバータである。スイッチング素子 Q3 # ~ Q8 # のゲートには、インバータ制御信号 S p w m 2 に相当するゲート制御信号 G S 3 # ~ G S 8 # がそれぞれ与えられ、スイッチング素子 Q3 # ~ Q8 # は、図示しない駆動回路部分によって、ゲート制御信号 G S 3 # ~ G S 8 # に応答してオン・オフされる。

20

【0053】

インバータ 132 の各相アームの中間点は、モータジェネレータ MG2 の各相コイルの各相端に接続される。モータジェネレータ MG2 の各相コイルの一端は、中間点に共通接続され、三相のうちの少なくとも二相において、電流センサ 161 #、162 # が設けられ、各相電流が検出可能である。

【0054】

なお、モータジェネレータ MG1、MG2 としては、相数（三相）および形式（永久磁石モータ）を限定することなく、任意の交流電動機を適用可能である。

30

【0055】

次に、モータジェネレータ MG1、MG2 の力行動作時における電源装置の動作を説明する。

【0056】

バッテリー 10 は、電源配線 101 および 102 の間に、「第 1 の直流電圧」に相当する入力電圧 V b を供給する。

【0057】

コンバータ 110 は、電源配線 101 および 102 の間にバッテリー 10 からの入力電圧 V b を受けて、スイッチング素子 Q1、Q2 のスイッチング制御によって、入力電圧 V b を昇圧して「第 2 の直流電圧」に相当するモータ動作電圧 V m を生成し、電源配線 103 および 102 の間に出力する。すなわち、電源配線 103 および 102 は、「第 1 の電源配線」および「第 2 の電源配線」をそれぞれ構成する。コンバータ 110 での昇圧比 ($V m / V b$) は、スイッチング素子 Q1 および Q2 のオン期間比（デューティ比）に応じて決まる。

40

【0058】

したがって、コンバータ／インバータ制御部 140 は、制御装置 15 からの電圧指令値 V m r に基いてコンバータ 110 での昇圧比を決定し、この昇圧比が実現されるように、ゲート制御信号 G S 1、G S 2 を発生する。

【0059】

50

「電荷蓄積部」として設けられる充放電可能な平滑コンデンサ120は、電源配線103および102の間にコンバータ110から出力されたモータ動作電圧 V_m を平滑する。

【0060】

インバータ131、132は、電源配線103および102の間のモータ動作電圧 V_m を、ゲート制御信号 $GS_3 \sim GS_8$ 、 $GS_3 \# \sim GS_8 \#$ に应答して、モータジェネレータMG1、MG2を駆動する交流電圧へ変換する。

【0061】

コンバータ／インバータ制御部140は、モータジェネレータMG1、MG2に、トルク指令値 T_{ref} に従ったトルクおよび目標回転数に従った回転数を生じさせるモータ電流が各相に流れるように、各種センサからの出力値に応じてインバータ制御信号 S_{pwm1} 、 S_{pwm2} を生成する。たとえば、インバータ制御信号 S_{pwm1} 、 S_{pwm2} であるゲート制御信号 $GS_3 \sim GS_8$ 、 $GS_3 \# \sim GS_8 \#$ は、一般的な制御方式に従って生成されたPWM信号波である。

10

【0062】

各種センサからの出力値には、たとえば、モータジェネレータMG1、MG2の位置センサ・速度センサからの出力値、電流センサ161、162、161 $\#$ 、162 $\#$ からの出力値およびモータ動作電圧 V_m を検出する電圧センサ出力が含まれる。

【0063】

これに対して、モータジェネレータMG1、MG2の回生動作時には、電源装置の動作は以下のように制御される。なお、モータジェネレータMG1、MG2の回生動作時とは、ハイブリッド自動車100を運転するドライバによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電に伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両減速（または加速）させることを含む。

20

【0064】

コンバータ／インバータ制御部140は、ECU15からの識別信号 S_{MT} によって、ハイブリッド自動車100が回生動作に入ったことを検知する。これに应答して、コンバータ／インバータ制御部140は、モータジェネレータMG1、MG2で発電された交流電圧をインバータ131、132によって直流電圧に変換するように、インバータ制御信号 S_{pwm1} および S_{pwm2} を生成する。

【0065】

これにより、インバータ131、132は、モータジェネレータMG1、MG2でそれぞれ発電された交流電圧を電圧指令値 V_{mr} に従った直流電圧（すなわち、モータ動作電圧 V_m ）に変換して、電源配線103および102の間に出力する。

30

【0066】

コンバータ／インバータ制御部140は、回生動作時には、インバータ131、132から供給された直流電圧（モータ動作電圧 V_m ）を降圧するように、コンバータ制御信号 S_{cnv} を生成する。すなわち回生動作時には、コンバータ110は、スイッチング素子Q1、Q2がゲート制御信号 GS_1 、 GS_2 にそれぞれ应答してオン・オフすることにより、モータ動作電圧 V_m を降圧して直流電圧 V_b を電源配線101および102の間に出力する。バッテリー10は、コンバータ110からの直流電圧 V_b によって充電される。このように、コンバータ110は、モータ動作電圧 V_m を直流電圧 V_b へ降圧することもできるので、双方向コンバータの機能を有している。

40

【0067】

電源装置によるモータジェネレータの駆動制御に関する基本動作については上述したとおりであるが、この発明による電源装置においては、モータジェネレータの力行動作時および回生動作時のそれぞれにおいて電力バランス制御を行なって、コンバータ110での過電流発生を回避する。電力バランス制御は、以下に説明するように、制御装置（ECU）15に予めプログラムされた制御演算処理として実行可能である。

【0068】

図5は、力行動作時における制御装置による電力バランス制御を説明するフローチャー

50

トである。

【0069】

図5を参照して、力行動作時には、運転者によるアクセル操作等に応じて、モータジェネレータMG1、MG2の要求トルク T_{rq} が算出される（ステップS100）。図3に示したように、算出された要求トルク T_{rq} およびモータ回転数 N に応じて、最適なモータ動作電圧 V_m が決定される。

【0070】

モータ動作電圧 V_m の制御は、図5に示すフローチャートとは独立に行なわれ、図3での最適モータ動作電圧 V_m に相当する電圧指令値 V_{mr} に従ったコンバータ110のスイッチング制御によって実行される。すなわち、電圧指令値 V_{mr} は、トルク指令値 T_{ref} とは独立にモータ動作状態に応じて決められる。

10

【0071】

このようなモータ動作電圧 V_m の制御に应答して、制御周期ごとの、平滑コンデンサ120での蓄積電力（ $P = C \cdot V^2 / 2$ ）の変化量であるコンデンサパワー変化量 P_c が算出される（ステップS110）。

【0072】

コンデンサパワー変化量 P_c は、平滑コンデンサ120に印加されるモータ動作電圧 V_m と平滑コンデンサ120の容量値 C とを用いて、制御周期 T の間での $P = C \cdot V^2 / 2$ の変化量として、下記式（1）で示される。

20

【0073】

【数1】

$$P_c = \left\{ \frac{1}{2} C \cdot (V_m + \Delta V_m)^2 - \frac{1}{2} C \cdot V_m^2 \right\} \cdot \frac{1}{T}$$

$$= \frac{C}{2T} (2 \cdot V_m \cdot \Delta V_m + \Delta V_m^2) \quad \dots(1)$$

【0074】

式（1）において、 V_m は当該制御周期におけるモータ動作電圧を示し、 ΔV_m は、当該制御周期と1つ前の制御周期との間でのモータ動作電圧 V_m の差分を示す。たとえば、第 i 番目（ i ：自然数）の制御周期においては、 $\Delta V_m(i) = V_m(i) - V_m(i-1)$ で示される。このように、モータ動作電圧 V_m の上昇時においては、コンデンサパワー変化量 $P_c > 0$ となる。

30

【0075】

たとえば、モータ動作電圧を検知する電圧センサの出力値を、式（1）中の V_m として用いることにより、コンデンサパワー変化量 P_c を精度良く算出することができる。あるいは、制御演算負荷を軽減するために、電圧指令値 V_{mr} を式（1）中の V_m として用いてコンデンサパワー変化量 P_c を算出してもよい。

【0076】

さらに、要求トルク T_{rq} に相当するモータ消費パワー P_m が計算され、当該モータパワー P_m とステップS110で求めたコンデンサパワー変化量 P_c との和が、コンバータ出力電力制限値 P_{cvlm} を超えるかどうかのバランス判定が行なわれる（ステップS120）。

40

【0077】

コンバータ出力電力制限値 P_{cvlm} は、バッテリー10の電源容量や、コンバータ110を構成するスイッチング素子Q1、Q2の電力容量（電流容量）によって制限される。特に、コンバータ出力電力制限値 P_{cvlm} が、バッテリー10の電源容量ではなく、スイッチング素子Q1、Q2の容量によって制限されている場合には、スイッチング素子Q1、Q2に過電流が通過する可能性があるため、素子保護上問題がある。

50

【0078】

このため、下式(2)を判定して、モータパワー P_m が、コンバータ出力電力制限値 $P_{c\ v\ l\ m}$ からコンデンサパワー変化量 P_c (>0)を差し引いた値を超えていないかが判定される(ステップS130)。

【0079】

【数2】

$$P_m \leq P_{c\ v\ l\ m} - P_c \quad (\text{力行時: } P_m, P_{c\ v\ l\ m}, P_c > 0) \quad \dots(2)$$

【0080】

$P_m \leq P_{c\ v\ l\ m} - P_c$ である場合には、要求トルク $T_{r\ q}$ どおりにモータジェネレータMG1, MG2で電力を消費しても、コンバータ出力電力制限値 $P_{c\ v\ l\ m}$ を超えることがないので、トルク指令値 $T_{r\ e\ f}$ を要求トルク $T_{r\ q}$ と同等に設定する(ステップS140)。

【0081】

これに対して、 $P_m > P_{c\ v\ l\ m} - P_c$ である場合には、要求トルク $T_{r\ q}$ どおりにモータジェネレータMG1, MG2で電力を消費すると、モータパワー P_m およびコンデンサパワー変化量 P_c の和がコンバータ出力電力制限値 $P_{c\ v\ l\ m}$ を超えてしまう。したがって、この場合には、コンバータ出力電力制限値 $P_{c\ v\ l\ m}$ を超えないように、特にコンバータ110に過電流が生じないように、モータパワー P_m が制限される。

【0082】

具体的には、 $P_{m\ \#} = P_{c\ v\ l\ m} - P_c$ が成立する限界のモータパワー $P_{m\ \#}$ を算出し、当該モータパワー $P_{m\ \#}$ に対応させて、トルク指令値 $T_{r\ e\ f}$ が算出される。すなわち、トルク指令値 $T_{r\ e\ f}$ は、当初の要求トルク $T_{r\ q}$ より小さくなるように制限される(ステップS150)。

【0083】

このように、ステップS140あるいはS150によって求められ算出されたトルク指令値 $T_{r\ e\ f}$ に従って、インバータ131, 132のスイッチング制御が行なわれ、モータジェネレータMG1, MG2のトルク(すなわちモータ電流)が制御される(ステップS160)。

【0084】

このような制御をすることにより、モータ駆動制御部(インバータ)への入力電圧(モータ動作電圧 V_m)をコンバータによって可変である構成において、モータ制御およびコンバータ制御を協調させることによって、コンバータの供給パワーが過大とならないように制御することができる。すなわち、コンバータ110からの出力電力がその制限値 $P_{c\ v\ l\ m}$ を超えることがないので、コンバータ110の過電流を防止して、素子保護を図ることができる。

【0085】

なお、この実施の形態のように、負荷となるモータ(モータジェネレータ)が複数個配置される場合には、ステップS120において、これらのモータでの消費パワーの和をモータパワー P_m として計算すればよい。

【0086】

次に、回生動作時における電力バランス制御を説明する。上述のように、コンバータ昇圧動作時には、モータ動作電圧 V_m をモータ動作条件に応じて上昇させるとともに、必要に応じてモータジェネレータの力行パワーを制限した。

【0087】

これに対して、モータジェネレータが回生動作を行なうときには、モータ動作条件に応じて最適なモータ動作電圧 V_m は、降圧側に変化していくことになる。したがって、回生動作時の電力バランス制御では、モータジェネレータでの回生パワーを制限すれば、ブレーキ力が減少することになるので、昇圧動作時と同様の制御を行なうことは安全上および

10

20

30

40

50

運転者の体感上問題が生じる可能性がある。このため、回生動作時における電力バランス制御は、以下に説明するように行なわれる。

【0088】

図6は、回生動作時における電力バランス制御を説明するフローチャートである。

【0089】

図6を参照して、回生動作時の電力バランス制御が開始されると、制御装置15は、まずモータ回生パワー P_m (< 0)を算出する(ステップS200)。なお、ステップS120と同様に、発電するモータ(モータジェネレータ)が複数個存在する場合には、これらのモータでの回生パワーの和がモータパワー P_m として計算される。

【0090】

さらに、図5でのステップS110と同様に、式(1)に基づいて、コンデンサパワー変化量 P_c が算出される(ステップS210)。

【0091】

次に、ステップS200およびS210でそれぞれ算出されたモータ回生パワー P_m (< 0)およびコンデンサパワー変化量 P_c (< 0)と、コンバータ入力電力制限値 P_{cvm} (< 0)とのバランスが判定され、式(2)の極性を反転した式(3)を変形した式(4)が満たされるかどうか判定される(ステップS220)。

【0092】

【数3】

$$P_m \geq P_{cvm} - P_c \quad (\text{回生時: } P_m, P_{cvm}, P_c < 0) \quad \dots (3)$$

10

20

$$P_c \geq P_{cvm} - P_m \quad \dots (4)$$

【0093】

式(4)が満たされる場合には、モータ動作条件に合わせて、図3に示したようにモータ動作電圧 V_m を変化させても、コンバータ110への入力電力が過大となることはない。したがって、モータ動作電圧 V_m の電圧指令値 V_{mr} は、図3に基づいて算出された最適なモータ動作電圧 $V_{m\#}$ に設定される(ステップS230)。

30

【0094】

一方、式(4)が満足されない場合には、さらにモータ回生パワー P_m がコンバータ入力電力制限値 P_{cvm} を超えているかどうかの判定がなされる(ステップS240)。

【0095】

まず、 $P_m < P_{cvm}$ の場合、すなわちモータ回生パワー P_m の絶対値がコンバータ入力電力制限値 P_{cvm} の絶対値よりも大きい場合には、モータ動作条件に合わせたモータ動作電圧 V_m の降圧を禁止するために、電圧指令値 V_{mr} が前の制御周期と同一の値に固定される(ステップS250)。

【0096】

なお、この場合には、モータ動作電圧 V_m が動作条件に合った最適値から外れるため、インバータ131、132における消費電力が増大するが、モータジェネレータでの回生パワーは制限されないので、ブレーキ力が減少することはない。

40

【0097】

一方、 $P_m \geq P_{cvm}$ のとき、すなわちモータ回生パワー P_m の絶対値がコンバータ入力電力制限値 P_{cvm} 以下である場合には、モータ動作条件に完全に合致させてモータ動作電圧 V_m を最適な $V_{m\#}$ まで降下させることはできないものの、 $P_{cvm} - P_m$ がコンデンサパワー変化量 P_c と同等となる範囲内に制限して、モータ動作電圧 V_m の降圧を許可する。すなわち、下式(5)を満たす範囲内で、モータ動作電圧の変化量(降圧量 ΔV_m)が決定される。

【0098】

50

【数 4】

$$\frac{1}{T} \left\{ \frac{C}{2} (V_m + \Delta V_m)^2 - \frac{C}{2} \cdot V_m^2 \right\} = P_{c v l m} - P_m \quad \dots (5)$$

【0099】

なお式(5)における左辺は、制御周期：T間でモータ動作電圧を V_m から $V_m + \Delta V_m$ へ変化させることに伴うコンデンサパワー変化量 P_c に相当する。すなわち、 V_m は、1つ前の制御周期におけるモータ動作電圧 V_m を示している。

【0100】

式(5)を ΔV_m について解くと、下式(6)が得られる。

【0101】

【数 5】

$$\Delta V_m = -V_m + \sqrt{-V_m^2 + \frac{2 \cdot T \cdot (P_{c v l m} - P_m)}{C}} \quad \dots (6)$$

【0102】

このように、モータ動作電圧の電圧指令値 V_{mr} は、式(6)に基づいて変化量 ΔV_m を制限しながら降圧を許可される(ステップS260)。このように、モータ回生パワー P_m とコンバータ入力電力制限値 $P_{c v l m}$ との差に基づいて電圧指令値の降下量を制限することにより、コンバータ入力電力制限値 $P_{c v l m}$ を超えない範囲でモータ動作電圧 V_m を降下させて、モータジェネレータMG1、MG2の高効率化を図ることができる。

【0103】

このようにして、ステップS230、S250、S260のいずれかによって決定された電圧指令値 V_{mr} に基づいてコンバータのスイッチング制御が実行され、モータ動作電圧 V_m が制御される(ステップS270)。

【0104】

したがって、モータジェネレータMG1、MG2の回生動作時には、モータジェネレータMG1、MG2での回生パワーを制限することなく、コンデンサパワー変化量を考慮に入れた上で、コンバータ110への入力電力がその制限値 $P_{c v l m}$ を超えることがないように制御できる。この結果、コンバータ110の過電流を防止して、素子保護を図ることができる。

【0105】

なお、この実施の形態では、電源装置によって2個の交流電動機が駆動制御される構成を例示したが、モータ駆動制御部(実施の形態におけるインバータに相当)によって、モータのトルク(電力)を制御可能な構成であれば、交流電動機のみならず直流電動機を駆動制御する電源装置にも本発明を適用できる。

【0106】

また、電源装置によって駆動制御されるモータの個数は特に限定されず、任意の個数のモータを駆動制御する電源装置に本発明を提供できる。この場合に、複数個のモータ制御を駆動する電源装置においては、図5および図6に示したモータでの消費パワーおよび回生パワーは、当該複数個のモータにおける消費パワーおよび回生パワーの総和として計算すればよい。

【0107】

さらに、この発明による電源装置は、ハイブリッド自動車のみならず電気自動車等の車両にも適用可能であり、さらには、駆動制御されるモータを搭載するあらゆる機器・システムにも適用することが可能である。

【0108】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えら

10

20

30

40

50

れるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0109】

【図1】この発明に従う電源装置を備えた自動車の構成を説明するブロック図である。

【図2】この発明による電源装置の構成を説明するブロック図である。

【図3】最適モータ電圧の算出を説明する概念図である。

【図4】図2に示したPCU20の具体的構成例を示す回路図である。

【図5】力行動作時における電力バランス制御を説明するフローチャートである。

10

【図6】回生動作時における電力バランス制御を説明するフローチャートである。

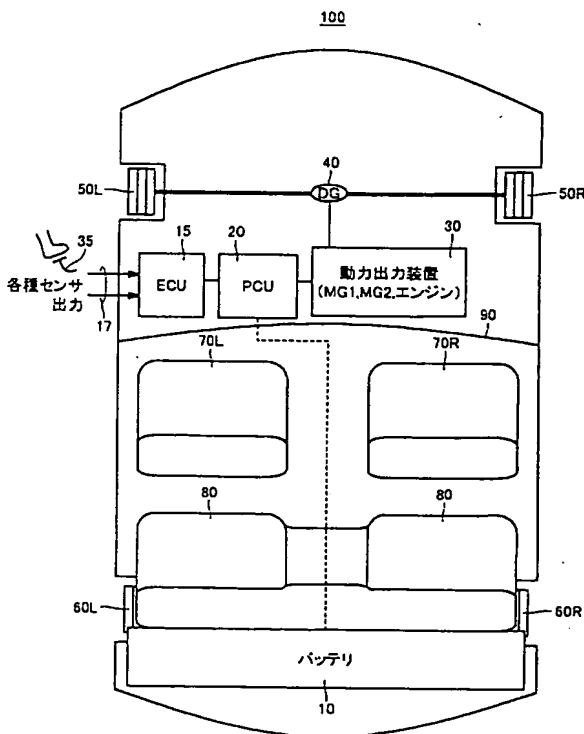
【符号の説明】

【0110】

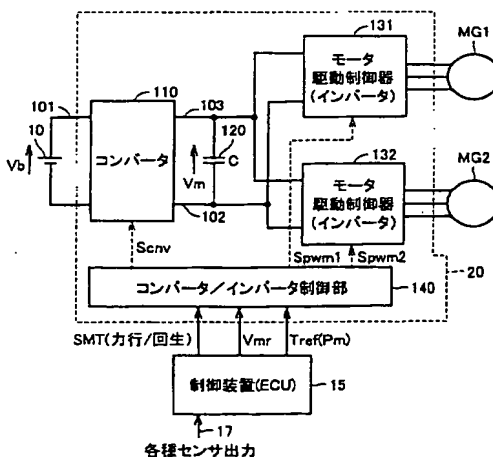
10 バッテリ、15 制御装置（ECU）、17 各種センサ出力、20 PCU、30 動力出力装置、35 アクセルペダル、50L、50R 前輪、60L、60R 後輪、100 ハイブリッド自動車、101～103 電源配線、110 コンバータ、120 平滑コンデンサ、131、132 インバータ（モータ駆動制御器）、140 コンバータ／インバータ制御部、161、161＃、162、162＃ 電流センサ、GS1～GS8 ゲート制御信号、MG1、MG2 モータジェネレータ、Pc コンデンサパワー変化量、Pcvlm コンバータ電力制限値（入力／出力）、Pm モータパワー（消費／回生）、Q1～Q8、Q3＃～Q8＃ スwitching素子、Scnv コンバータ制御信号、Spwm1、Spwm2 インバータ制御信号、T 制御周期、Tref トルク指令値、Trq 要求トルク、Vb 入力電圧、Vm モータ動作電圧、Vm＃ 最適モータ動作電圧、Vmr 電圧指令値、ΔVm モータ動作電圧変化量（制御周期間）。

20

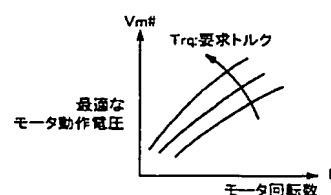
【図1】



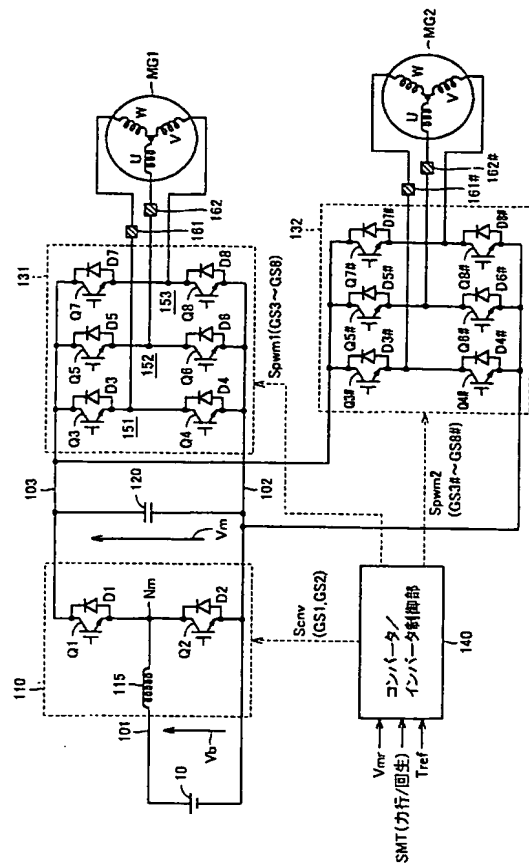
【図2】



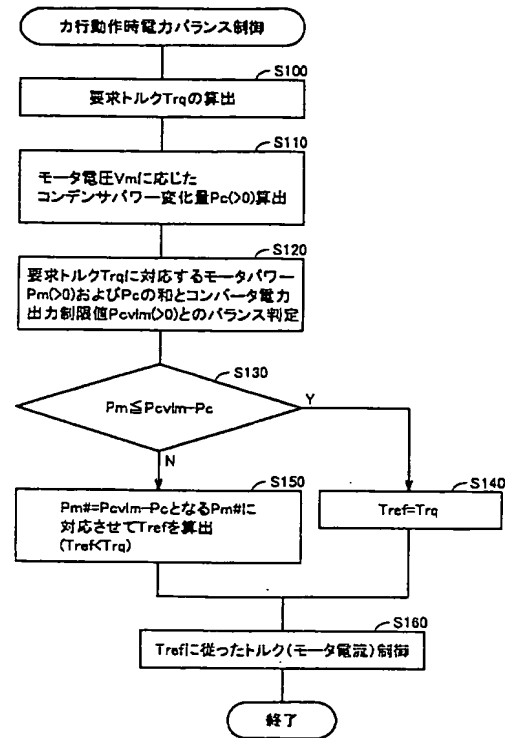
【図3】



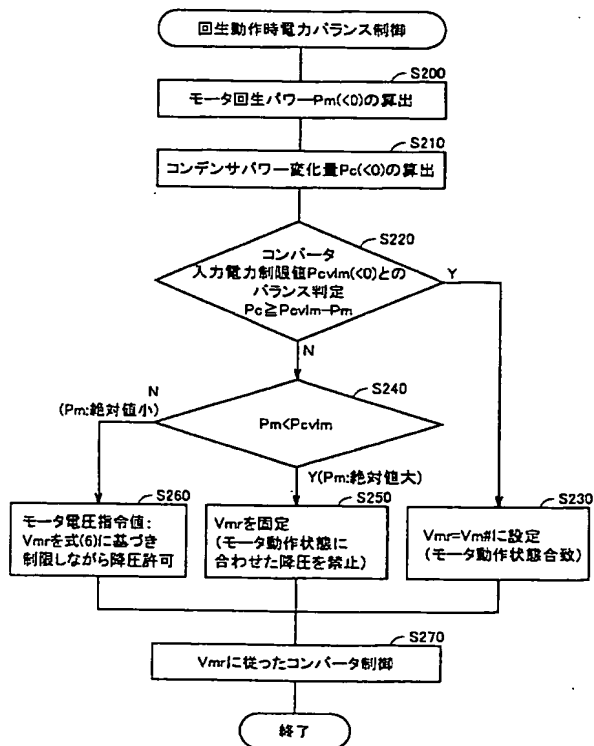
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H115 PA08 PC06 PG04 PI16 PI24 PI29 P006 P009 P017 PU08
PU24 PU25 PV02 PV09 PV23 QN02 SE03 TB01 T012 T013
T021

【要約の続き】

【選択図】 図 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.